



**Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen
der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV)**

Produkt- und Qualitätsstandard für Digitale Geländemodelle

Version 3.2

Status:

- AdV-Arbeitskreis Geotopographie, Beschluss GT 2022/02
- 33. Tagung AdV-Arbeitskreis Geotopographie, Beschluss GT 2020/06
- 32. Tagung AdV-Arbeitskreis Geotopographie, Beschluss GT 2019/09
 - 130. Plenumstagung der AdV, Beschluss P 2018/9
- 30. Tagung AdV-Arbeitskreis Geotopographie, AK-Beschluss 30/03
- 26. Tagung AdV-Arbeitskreis Geotopographie, AK-Beschluss 26/13
- 25. Tagung AdV-Arbeitskreis Geotopographie, AK-Beschluss 25/11
- 23. Tagung AdV-Arbeitskreis Geotopographie, AK-Beschluss 23/07
 - 121. Plenumstagung der AdV, Beschluss 121/8

**Bearbeitet von der Projektgruppe 3D-Geobasisdaten
im AdV-Arbeitskreis Geotopographie**

Bearbeitungsstand: 22.12.2021

Inhalt

1	Vorbemerkung.....	3
2	Definition	3
3	Spezifikation.....	3
3.1	Produkte.....	3
3.2	Verwendete Normen	3
3.3	Datenqualität, Anforderungen an das Produkt	3
3.4	Georeferenzierung	5
3.5	Dateimerkmale	5
4	Kachelinformationen	7
4.1	Inhalt der Kachelinformationen.....	7
4.2	Kachelinformationsdatei.....	7
5	Datenqualität, Sicherungsmaßnahmen durch die Bundesländer	8
6	Angaben zur Datenlieferung an Zentrale Stellen der AdV.....	8
6.1	Lieferumfang	8
6.2	Lieferzeitpunkt.....	8
6.3	Datenstruktur Datenabgabe	9

- Anlage 1: Kachelinformationsdatei
- Anlage 2: Beispiel Datenstruktur
- Anlage 3: Qualitätssicherung
- Anlage 4: Codeliste der Erfassungs- und Fortführungsmethoden

Herausgegeben von der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV)

Das vorliegende Dokument ist unter der Federführung des AdV-Arbeitskreises Geotopographie erarbeitet worden. Es wurde vom Plenum der AdV im Rahmen seiner 121. Tagung in Erfurt mit Beschluss 121/8 eingeführt und vom Arbeitskreis Geotopographie zuletzt mit Beschluss GT 2020/06 fortgeführt. Seit der Version 3.0 sind die dadurch aufgehobenen Dokumente „Qualitätsstandard ATKIS-DGM“ und „Technisches Regelwerk für den Datenaustausch von Digitalen Geländemodellen“ integriert.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechts ist ohne Zustimmung des Herausgebers unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Stand: 22.12.2021
Version 3.2

1 Vorbemerkung

Der vorliegende Standard beschreibt die Produkt- und Qualitätsmerkmale von Digitalen Geländemodellen des amtlichen deutschen Vermessungswesens (ATKIS-DGM).

2 Definition

Digitale Geländemodelle (DGM) sind digitale, numerische, auf ein regelmäßiges Raster reduzierte Modelle der Geländehöhen und –formen der Erdoberfläche. Sie beinhalten keine Information über Bauwerke (z.B. Brücken) und Vegetation.

3 Spezifikation

3.1 Produkte

Digitales Geländemodell Rasterweite 1 m	DGM1	
Digitales Geländemodell Rasterweite 5 m	DGM5	
Digitales Geländemodell Rasterweite 10 m	DGM10	
Digitales Geländemodell Rasterweite 25 m	DGM25	
Digitales Geländemodell Rasterweite 50 m	DGM50	
Digitales Geländemodell Rasterweite 200 m	DGM200	(Produkt des BKG)
Digitales Geländemodell Rasterweite 1000 m	DGM1000	(Produkt des BKG)

Die Produkte der Produktgruppe DGM werden nach ihrer Rasterweite strukturiert. DGM größerer Rasterweite werden in der Regel aus dem DGM mit der geringsten verfügbaren Rasterweite mittels Neuinterpolation automatisiert abgeleitet.

3.2 Verwendete Normen

Bei der Erarbeitung des Dokuments wurden folgende Normen des Deutschen Instituts für Normung e. V. (DIN) zum Teil berücksichtigt.

DIN 18740-6 ¹ :	Photogrammetrische Produkte – Teil 6: Anforderungen an digitale Höhenmodelle
DIN ISO 2859-1 ² :	Annahemestichprobenprüfung – Teil 1: Nach der annehmbaren Qualitätsgrenzlage geordnete Stichprobenpläne

3.3 Datenqualität, Anforderungen an das Produkt

3.3.1 Genauigkeit

Genauigkeitsangaben eines Raster-Modells beziehen sich stets auf die Rasterelementposition (siehe Abbildung 1), wobei lediglich eine Aussage zur Höhengenaugkeit getroffen wird. Die Lage der Rasterelementposition liegt aufgrund der mathematischen Ableitung dieses Modells exakt vor. Gleichwohl haben die als Basis für die Ableitung der Rasterelementposition herangezogenen Messwerte eine Lageungenaugkeit, welche in der Höhengenaugkeitsangabe der Rasterelementposition berücksichtigt ist.

¹ DIN 18740-3:2014-12

² DIN ISO 2859-1:2004-01

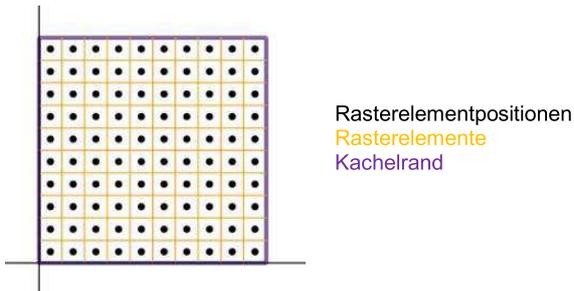


Abbildung 1: Schema der Anordnung von DGM Rasterelementen

Die Rasterelementpositionen des DGM besitzen eine Genauigkeit³ der georeferenzierten Höhe von:

- flach bis wenig geneigtes, offenes Gelände: bis zu +/-10 cm + 5% der Rasterweite
- bei stark geneigtem Gelände mit dichter Vegetation: bis zu +/-10 cm + 20% der Rasterweite

3.3.2 Aktualität, Erfassungszyklus

Das Digitale Geländemodell Rasterweite 1 m (DGM1) unterliegt nach Beschluss P 2018/9 des AdV-Plenums einer Grundaktualität von 10 Jahren.

Für hochwasser- und bodensenkungsgefährdete Gebiete ist eine Spitzenaktualität von 3 Jahren anzustreben.

3.3.3 Hinweise zu verwendeten Datengrundlagen

Wenn ALS-Daten (5022 Airborne Laserscanning, last+only return) oder DIM-Daten (5040 Bildkorrelation) bei der DGM-Ableitung genutzt werden und die Daten klassifiziert vorliegen, sind folgende Klassen nach der Codeliste im aktuell geltenden AdV-Produktstandard für 3D-Messdaten zu verwenden:

Allgemein:

02 – Geländepunkte,

bzw. wenn vorhanden

21 – Geländepunkte ohne Keller

22 – feinklassifizierte Geländepunkte

08 – Synthetische Gewässerpunkte

09 – Gewässerpunkte

10 – Bahnkörperpunkte

11 – Straßenpunkte

3.3.4 Hinweis zur Berechnung eines DGM

Als Berechnungsmethode ist eine Delaunay-Triangulation anzuwenden.

³ Die Angaben zur geometrischen Genauigkeit beziehen sich auf eine Sicherheitswahrscheinlichkeit von 95% (2σ), d.h. mindestens 95 % der Höhenpunkte liegen innerhalb der angegebenen Genauigkeit.

3.4 Georeferenzierung

3.4.1 Koordinatenreferenzsystem Lage

	Standardsystem
Abbildung	UTM32 UTM33
Ellipsoid	GRS80
Datum	ETRS89
Kurzbezeichnung EPSG-Code (Integer)	25832 25833
Kurzbezeichnung nach GeoInfoDok (alphanumerisch)	ETRS89_UTM32 ETRS89_UTM33

3.4.2 Koordinatenreferenzsystem Höhe

	Standardsystem
	DHHN2016
Kurzbezeichnung EPSG-Code (Integer)	7837
Kurzbezeichnung nach GeoInfoDok (alphanumerisch)	DE_DHHN2016_NH

3.4.3 Höhenanomalie (Quasigeoidhöhe)⁴

	Standardgeoid
	GCG2016
Kurzbezeichnung nach GeoInfoDok (alphanumerisch)	DE_AdV_GCG2016_QGH

3.5 Dateimerkmale

3.5.1 Datenformat

Das Datenabgabeformat ist GEOTIFF. Die Daten können zusätzlich als GEOTIFF mit TFW und in den Formaten Cloud Optimized GEOTIFF (COG), LAZ oder XYZ vorliegen.

- GEOTIFF⁵, 32 bit, Float, Komprimierung LZW, Hintergrund-/NoData-Wert -9999

Optional:

- GEOTIFF mit TFW
- COG
- LAZ 1.2ff
- XYZ-Textdatei (ASCII-Zeichensatz)

⁴ Dieser Absatz ist nur auszufüllen, wenn eine Höhenanomalie vorliegt.

⁵ <https://www.ogc.org/standards/geotiff>

Aufbau der XYZ-Textdatei in drei Spalten mit

X = Koordinatenwerte für East, 6-stellig

Y = Koordinatenwerte für North, 7-stellig

Z = Koordinatenwerte für Höhe

Die Koordinatenwerte sind in Meter mit zwei Nachkommastellen anzugeben.

Als Dezimaltrennzeichen ist der Dezimalpunkt zu verwenden.

Als Trennung zwischen den Koordinatenwerten ist ein Blankzeichen zu verwenden.

Zeichen 1 - 9 = Koordinatenwert East

Zeichen 10 = Blank

Zeichen 11 – 20 = Koordinatenwert North

Zeichen 21 = Blank

Zeichen 22 – 28 = Koordinatenwert Höhe

Beispiel:

456700.50 5750460.50 77.13

412170.50 5544000.50 246.61

441650.50 5384970.50 1164.00

3.5.2 Kachelgröße

Das DGM wird in Kacheln bereitgestellt (siehe Abbildung 1). Der Ursprung der Kachel wird in der linken unteren Ecke des linken unteren Rasterelementes abgebildet. Die Rasterweite ist 1 m, d.h. die Rasterelementposition befindet sich jeweils im Zentrum der 1 x 1 m² Rasterelemente auf den 0,5 m Positionen.

Die Kachelgröße beträgt 1 x 1 km², wobei die Kachelbegrenzungen stets auf ganzzahlige Kilometerwerte im jeweiligen Bezugssystem ausgerichtet werden. Die Ecken der Kacheln sind identisch mit den äußeren Ecken der Eck-Rasterelemente.

3.5.3 Kachelname

Die Kacheln erhalten Namen, die jeweils von der Rasterweite, der UTM-Zone, dem Kachelgebiet (Koordinaten der linken, unteren Ecke (LU)), der Kachelgröße (Kantenlänge), dem Bundeslandkürzel und dem Fortführungsjahr abgeleitet werden (Koordinatenwerte in km). Es werden ausschließlich Kleinbuchstaben verwendet:

dgm< rasterweite > _ < utm-zone > _ < east > _ < north > _ < kantenlaenge > _ < land > _ < jahr > .tif

Rasterweite: Auflösung des Rasters in m

UTM-Zone: 32 oder 33

East: 3-stelliger Rechtswert der linken unteren Ecke in Kilometer

North: 4-stelliger Hochwert der linken unteren Ecke in Kilometer

Kantenlänge: Kantenlänge in km, 1

Land: Länderkürzel

Jahr: Fortführungsjahr

Beispiel für Kachelnamen:

dgm1_32_500_5700_1_he_2020.tif

DGM, 1 m Raster, UTM- Zone 32, Rechts- und Hochwert, 1 km x 1 km, Hessen, Fortführungsjahr 2020, TIFF Format

4 Kachelinformationen

Die beschreibenden Metadaten für den gesamten Datensatz (oder eine Serie) werden allgemein im Metainformationssystem der AdV durch die Landesvermessungseinrichtungen gepflegt. Darüber hinaus werden mit jeder Datenlieferung begleitende Kachelinformationen gesendet, die wesentliche Angaben zur Aktualität und zum Inhalt der gelieferten Rasterdaten beinhalten.

Inhalt und Struktur der nachfolgend beschriebenen Kachelinformationen stimmen weitgehend mit denen der anderen ATKIS-Komponenten überein.

4.1 Inhalt der Kachelinformationen

4.1.1 Angaben für den gesamten Datensatz

Land	vollständiger Name des Bundeslandes
Eigentümer	Vollständiger Name des Eigentümers (freie Textzeile), Bsp.: Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation (HLBG)
Aktualitaet_Kachelinformationen	Datum der Generierung der Kachelinformationen (JJJJ-MM-TT)
Version_Standard	Versionsnummer des zugrunde liegenden Standards

4.1.2 Angaben je Kachel

Kachelname	Name der Kachel (vgl. Punkt 3.5.3)
Aktualitaet	Zeitpunkt der Erfassung im Format JJJJ-MM
Erfassungsmethode	Messverfahren, mit dem die DGM-Daten erfasst wurden. Das Messverfahren ist über eine Codeliste in der Anlage 4 definiert.
Fortführung	Letzter Fortführungszeitpunkt im Format JJJJ-MM (wenn keine Fortführung → = Aktualitaet)
Fortführungsmethode	Messverfahren, mit dem die DGM-Daten fortgeführt wurden. Das Messverfahren ist über eine Codeliste in der Anlage 4 definiert. (wenn keine Fortführung → = Erfassungsmethode)
Genauigkeit	Höhengenauigkeit der Rasterelementpositionen in Meter (Sicherheitswahrscheinlichkeit von 95% (2 s), die ein Maß für die Geländeapproximation des DGM darstellt)
Koordinatenreferenzsystem_Lage	Kurzbezeichnung nach GeoInfoDok
Koordinatenreferenzsystem_Hoehe	Kurzbezeichnung nach GeoInfoDok
Hoehenanomalie	Kurzbezeichnung nach GeoInfoDok

Setzt sich eine Kachel aus mehreren DGM-Bearbeitungen zusammen, werden die Spezifikationen der DGM-Bearbeitung mit dem größten Flächenanteil für die ganze Kachel in den Metadaten ausgewiesen. Eine Kachel gilt als fortgeführt, wenn sie auf Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität geprüft und ggf. korrigiert wurde.

4.2 Kachelinformationsdatei

4.2.1 Dateiformat

Die Informationen aller Kacheln werden in einer CSV-Datei zusammengeführt, die aus jeweils einer Zeile pro Kachel besteht, in der das Semikolon als Trennzeichen dient.

4.2.2 Dateiname

Die Datei hat die Bezeichnung:

dgm<Rasterweite>_<Land>_<Datum_Kachelinformationen>.csv

Rasterweite:	Auflösung des Rasters in Meter
Land:	Länderkürzel
Datum_Kachelinformation:	Datum der Erzeugung der Informationsdatei JJJJ-MM-TT
Beispiel für Dateiname:	dgm1_he_2021-02-25.csv

4.2.3 Dateiinhalt

Die Grundstruktur der CSV-Datei lautet:

Satz 1: **Kachelinformationen des dgm**<Kurzbezeichnung_Produkt> **für die Datenabgabe**

Satz 2: **Land**;Name_des_Landes_in_Langform

Satz 3: **Eigentuemmer**;Vollständiger Name des Eigentümers

Satz 4: **Aktualitaet_Kachelinformationen**;JJJJ-MM-TT (Datum der Generierung der Kachelinformationen)

Satz 5: **Version_Standard**;N.M

Satz 6: **Kachelname;Aktualitaet;Erfassungsmethode;Fortfuehrung;Fortfuehrungsmethode;Genauigkeit;Koordinatenreferenzsystem_Lage;Koordinatenreferenzsystem_Hoeh;Hoehenanomalie**

Satz 7: Angaben je Kachel aus 4.1.2, getrennt mit Semikolon

Alle fett gedruckten Angaben sind vorgegebene Belegungen. Alle anderen Angaben sind Platzhalter für die eigentlichen Dateninhalte, die innerhalb der Zeilen durch Semikola voneinander getrennt sind.

Ein Beispiel für die Kachelinformationsdatei kann der Anlage 1 entnommen werden.

5 Datenqualität, Sicherungsmaßnahmen durch die Bundesländer

Im Sinne des allgemeinen Qualitätsanspruchs der AdV ist zur Sicherung der Qualität Vorsorge zu treffen. Um unter quantitativen und qualitativen Gesichtspunkten anforderungsgerechte Ergebnisse zu gewährleisten, bedarf es reproduzierbarer, angepasster und einzuhaltender Qualitätsstandards. Bei Digitalen Geländemodellen bezieht sich die Qualitätsprüfung ausschließlich auf die Repräsentationsform eines regelmäßigen Rasters. Hierbei erfolgt eine Prüfung der Höhengenaugkeit. Die Durchführung ist der Anlage 3 zu entnehmen. Eine Prüfung der Lagegenauigkeit ist nicht Bestandteil der Qualitätssicherung, da die Lage der Rasterelementpositionen aufgrund ihrer mathematischen Ableitung exakt vorliegt.

6 Angaben zur Datenlieferung an Zentrale Stellen der AdV

6.1 Lieferumfang

Es wird das DGM1 in Kacheln der Größe 1 km x 1 km bereitgestellt.

Die Lieferung der DGM-Daten hat möglichst 100 m über die Grenze des Landes hinaus auf Basis der abgestimmten Verwaltungsgrenzen des Datensatzes VG25 zu erfolgen, um Transformations- bzw. Extrapolationseffekte abzufangen.

Die Kacheln sind bis auf die Grenzkacheln vollständig abzugeben.

6.2 Lieferzeitpunkt

Stichtag zur Abgabe des Differenzupdates, also der Kacheln, die im Laufe eines Jahres aktualisiert wurden, ist der 31.12. eines Jahres. Die Daten sind gemäß V GeoBund⁶ bis zu diesem Stichtag des entsprechenden Jahres an die Zentrale Stelle Geotopographie zu übersenden. Ausnahmen von der

⁶ Vertrag über die kontinuierliche Übermittlung amtlicher digitaler Geobasisdaten der Länder zur Nutzung im Bundesbereich

Lieferung der Differenzupdates sind größere Umstellungen (z.B. bei Umstellung eines Bezugssystems oder des Datenformats).

6.3 Datenstruktur Datenabgabe

Alle Daten einer Datenabgabe befinden sich in dem Produkt-Verzeichnis

dgm<Rasterweite>_<Land>_<Datum_Kachelinformationen>

Für alle Verzeichnisnamen werden ausschließlich Kleinbuchstaben verwendet.

Um eine zu große Anzahl von Dateien innerhalb eines einzelnen Verzeichnisses zu vermeiden, werden alle Kacheln mit gleichem Rechtswert *spaltenweise*⁷ in Verzeichnissen zusammengefasst.

s<UTM_Zone>_<Rechtswert⁸>

Eine Beispielstruktur kann der Anlage 2 entnommen werden.

⁷ hierfür und um den Verzeichnisnamen mit einem Buchstaben zu beginnen steht das „s“

⁸ in km ohne Zonenkennung

Kachelinformationsdatei

dgm1_he_2021-02-25.csv

Kachelinformationen des DGM1 für die Datenabgabe

Land;Hessen

Eigentümer;Land HE, Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation Wiesbaden, Fernerkundung 3D-Geo

Aktualität_Kachelinformationen;2020-12-16

Version_Standard;3.2

Kachelname;Aktualitaet;Erfassungsmethode;Fortfuehrung;Fortfuehrungsmethode;Genauigkeit; Koordinatenreferenzsystem_Lage;Koordinatenreferenzsystem_Hoehe;Hoehenanomalie

dgm1_32_500_5700_1_he_2020;2020-11;5020;2020-11;5020;0.5;ETRS89_UTM32;DE_DHHN2016_NH;DE_AdV_GCG2016_QGH

dgm1_32_500_5701_1_he_2020;2020-11;5020;2020-11;5020;0.5;ETRS89_UTM32;DE_DHHN2016_NH;DE_AdV_GCG2016_QGH

dgm1_32_500_5702_1_he_2020;2020-11;5020;2020-11;5020;0.5;ETRS89_UTM32;DE_DHHN2016_NH;DE_AdV_GCG2016_QGH

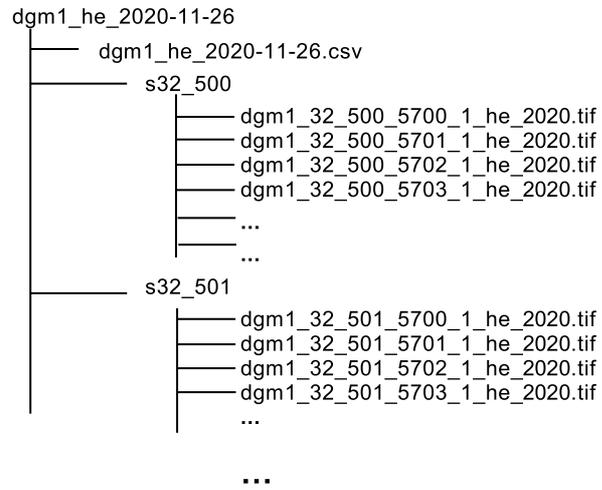
dgm1_32_500_5703_1_he_2020;2020-11;5020;2020-11;5020;0.5;ETRS89_UTM32;DE_DHHN2016_NH;DE_AdV_GCG2016_QGH

...

Dateistruktur

dgm1

Beispiel:



Qualitätssicherung

1. Veranlassung

Der Bedarf an Höhendaten und die damit verbundenen Anforderungen sind in der nahen Vergangenheit rasant gestiegen. Aktuell erfordern alle raumbezogenen Aufgabenstellungen zunehmend die dritte Dimension.

Die Landesvermessungsverwaltungen sowie Bundesbehörden der Bundesrepublik Deutschland stellen daher zur Bedarfsdeckung großräumig, i.d.R. flächendeckend, amtliche, zum Teil hochgenaue Digitale Höhenmodelle bzw. Höhendaten bereit.

2. Gegenstand der Qualitätssicherung

Die Anforderungskriterien der Qualitätssicherung werden im Folgenden für die Produktgruppe der Digitalen Geländemodelle beschrieben und sind grundsätzlich von der mit der Ausführung beauftragten Stelle einzuhalten beziehungsweise zu realisieren.

Das Hauptaugenmerk liegt auf dem Endprodukt, dem ATKIS-DGM, welches sich ausschließlich auf eine Repräsentationsform eines regelmäßigen Rasters bezieht.

Überprüft wird die Höhengenaugigkeit des jeweiligen Geländemodells bezogen auf dessen Rasterelementpositionen. Die Lage der Rasterelementpositionen liegt aufgrund der mathematischen Ableitung des Modells exakt vor. Eine Kontrolle der Lage ist somit nicht Bestandteil dieser Qualitätssicherung.

3. Rahmenbedingungen

Allgemein sind die Gesetzgebungen der EU, des Bundes und der Länder, aber auch die Regelungen und Empfehlungen des Deutschen Instituts für Normung (DIN) und der AdV zu beachten.

Insbesondere die DIN-Reihe „Photogrammetrische Produkte“ und hierbei die DIN 18740-6, Anforderungen an digitale Höhenmodelle, geben konkrete Hinweise zu Erfassungs- und Modellkriterien. Ferner ist die Qualitätssicherung gemäß Q5-Methode (s. AK GT-Dokument [812], AK GT-Beschluss 20/04) nach der Norm DIN ISO 2859-1 zu berücksichtigen.

Beide Normen werden aus wirtschaftlichen und praktischen Gründen nicht in Gänze im vorliegenden Standard berücksichtigt.

Der Standard orientiert sich allerdings an beiden Regeln.

Bezüglich der Vorgaben der AdV sind nachfolgende Dokumente zu beachten:

- 3D-Messdaten (siehe AdV-Produktstandard für 3D-Messdaten (AK GT-Dokument [1052Rx]))
- Leitfaden zur Ausschreibung eines Airborne Laserscanning (AK GT-Dokument [1039Rx])

Im vorliegenden Dokument werden die für die Ableitung der Raster zugrundeliegenden Messdaten und deren Güte nicht behandelt. Hierzu geben u.a. obige AdV-Leitfäden, Normungen und die Festlegungen der GeoInfoDok Anhalt.

Des Weiteren erfolgt keine Wertung bzgl. möglicher Interpolationsmethoden zur Ableitung der Rasterprodukte.

Darüber hinaus wird die Thematik der Aktualitätsprüfung ebenso nicht behandelt.

4. Einschränkung der Modellqualität

In Abhängigkeit von den Abständen der aus einem 3D-Messdatensatz generierten Rasterelementpositionen werden Kleinformen, die unterhalb des Rasterabstandes liegen, eventuell nicht ausreichend modelliert.

Weitere Modellierungsungenauigkeiten bestehen in Bereichen, wo durch Verfahren der amtlichen Fernerkennung nur wenige bis keine Messwerte erfasst werden können. Hier liegen Datenlücken vor. In diesen Bereichen wird ein DGM auf Basis der umgebenden Messwerte interpoliert. Zusätzlich sind Bereiche, in denen die Morphologie einer hohen Veränderungsdynamik unterliegt, differenziert zu betrachten.

Beispiele für Bereiche mit eingeschränkter Modellierungsgenauigkeit sind:

- Gebäude- und Bauwerksgrundflächen
- Gewässer / Wasserflächen
- Kellereingänge
- Garageneinfahrten
- Eis / Gletscher
- Wattflächen
- Abbaugelände (z.B. Tagebau, Steinbrüche, ...)
- Baustellen
- sehr dichte Vegetation (z.B. Nadelwäldchen, Brombeerhecken, ...)
- spiegelnde Oberflächen (z.B. Solaranlagen, ...)
- Bereiche unter Rauch und Wasserdampf (z.B. Kraftwerke, ...)
- Überhänge (z.B. Felsüberhänge, ...)
- ...

Diese Bereiche sind bei Prüfungen nicht zu berücksichtigen.

5. Anforderungen an die Kontrolldaten

Kontrolldaten müssen eine um den Faktor 3 höhere Höhengenaugkeit als die zu untersuchenden Digitalen Geländemodelle besitzen. Die Höhengenaugkeiten leiten sich aus dem AdV-Produkt- und Qualitätsstandard für Digitale Geländemodelle ab.

Zielprodukt	Ungefähre Lage-genau-igkeit	Höhen-genauig-keit	Beispiele für Referenzdaten
DGM1 / DGM-W	$\pm 10 \text{ cm}$	$\leq \pm 5 \text{ cm}$	RTK GNSS, TP, ...

Die Lagegenauigkeit der Kontrolldaten ist nicht von unmittelbarer Relevanz.

Allerdings ist darauf zu achten, dass Kontrollpunkte auf Bruchkanten und z.B. in der näheren Umgebung von Gebäuden für die Ermittlung der Höhengenaugkeit auszuschließen sind, da diese Unstetigkeiten im Gelände Verlauf zu größeren Abweichungen bei der Modellableitung führen können und so Genauigkeitsaussagen verfälschen.

Die Kontrolldaten sollen gleichmäßig über das Gesamtgebiet verteilt sein.

6. Zu prüfende Produkte

Geprüft wird das hochwertigste Produkt aus einer Produktgruppe, wenn es sich bei den weiteren Produkten um direkte Derivate des hochwertigsten Produktes handelt.

Beispiel:

Ist das Produkt DGM1 überprüft worden, kann auf eine Prüfung des aus dem DGM1 direkt abgeleiteten DGM10 verzichtet werden.

7. Zu prüfende Produktbereiche

Wurde eine Produktaktualisierung durchgeführt, ist der aktualisierte Bereich zu prüfen.

8. Durchführung der Qualitätsprüfung

Eine sinngemäß übertragene Qualitätsprüfung nach DIN ISO 2859-1 in die Praxis verläuft wie folgt: Überprüft werden Einzelobjekte. Übertragen auf das DGM ist somit die Betrachtung jeder einzelnen Rasterelementposition als Objekt vorzusehen. Da einzelne Rasterelementpositionen nicht immer exakt in der Örtlichkeit messbar sind, beziehen sich die Höhenüberprüfungen möglichst auf ihre unmittelbare Nachbarschaft. Dazu sind Höhenwerte der digitalen Geländemodelle auf die identische Lage von Kontrolldaten zu interpolieren. Wichtig ist dabei, dass der unmittelbare Geländeverlauf um die Kontrolldaten konstant ist.

Entsprechend der nachfolgenden Tabelle 2-A ist bei Objektzahlen (Losen) über 500.001 ein Stichprobenumfang von 315 Objekten zu wählen, um das Prüfniveau I mit der einfachen Stichprobenanweisung für normale Prüfungen zu erfüllen. Die Objektzahl 500.001 entspricht z.B. beim DGM1 einer Fläche über 500.000 m² bzw. ½ km². Es gilt hierbei eine Annahmezahl von 21 Objekten bei einer Rückweizezahl von 22 Objekten für eine Sicherheitswahrscheinlichkeit von 95%. Das heißt, bis zu 21 Objekte der 315 Kontrollobjekte dürfen die jeweilige Produktgenauigkeitsvorgabe überschreiten, dann entspricht das Produkt noch den Qualitätsvorgaben der AdV mit einem Sicherheitswahrscheinlichkeitsniveau von 2 σ .

Bei Flächen mit geringerer Größe verringert sich der Stichprobenumfang.

Auszug aus Tabelle 2-A „Einfache Stichprobenanweisung für normale Prüfung (Leittabelle)“ der DIN ISO 2859-1 bei Anwendung des Prüfniveaus I

Los N	AQL 1,0	AQL 4,0	AQL 6,5
	SPU-AZ- RZ	SPU-AZ- RZ	SPU-AZ- RZ
2 ... 8		3-0-1	2-0-1
9... 15		3-0-1	2-0-1
16 ... 25		3-0-1	2-0-1
26 ... 50		3-0-1	8-1-2
51 ... 90		3-0-1	8-1-2
91 ... 150		13-1-2	8-1-2
151 ... 280		13-1-2	13-2-3
281 ... 500		20-2-3	20-3-4
501 ... 1.200		32-3-4	32-5-6
1.201 ... 3.200		50-5-6	50-7-8
3.201 ... 10.000		80-7-8	80-10-11
10.001 ... 35.000		125-10-11	125-14-15
35.001 ... 150.000	200-5-6	200-14-15	200-21-22
150.001 ... 500.000		315-21-22	200-21-22
500.001 und mehr		315-21-22	200-21-22

SPU: Stichprobenumfang

AZ: Annahmezahl

RZ: Rückweizezahl

Quelle: Vorbericht TOP 2.1.2 zur 20. AK GT-Tagung (AK GT-Dokument [812])

Beispiele:

- 1.) Wird im Rahmen einer Aktualisierungsmaßnahme eine Fläche von 2.000 km² mittels Airborne Laserscanning neu erfasst und auf dieser Grundlage ein DGM1 abgeleitet, ist dieses zu überprüfen.

Hierzu müssen 315 geeignete Kontrollpunkte über das Gebiet ausgewählt oder bestimmt werden.

Neumessungen sind nicht unbedingt erforderlich; es kann auf vorhandene Messungen zurückgegriffen werden. Geeignet sind Punkte, die beispielsweise mittels RTK GNSS bestimmt wurden. Für die Überprüfung können Messungen der Kontroll- und Referenzflächenerhebung zur Qualitätssicherung des Airborne Laserscanning, Pass- und Signalisierungspunkte, die für Bildflüge erhoben wurden, wie auch TP und andere nachgeordnete Vermessungspunkte mit entsprechender Qualität herangezogen werden. Eine entsprechende Aktualität bzw. Plausibilisierung der Kontrollpunkte ist vorauszusetzen.

- 2.) Ein Teilbereich des Produktes DGM5 mit einer Größe von 1.000 m x 50 m wird mittels Daten aus einer Bildkorrelation nach einer Straßenbaumaßnahme aktualisiert.

Hierzu müssen 50 geeignete Kontrollpunkte über das Gebiet ausgewählt oder bestimmt werden. Die Höhengenaugigkeit des DGM5 erlaubt es, als Kontrollpunkte Punkte aus ggf. vorhandenen Laseraufnahmen bzw. photogrammetrische Messungen aus OLB10 zu nutzen.

9. Kombination von Datensätzen

Neben der Qualitätsprüfung ist bei der Kombination von Datensätzen zur Füllung von Datenlücken oder zur Aktualisierung von bestehenden Digitalen Geländemodellen sicherzustellen, dass die Datensätze unterschiedlicher Herkunft bzw. Aktualität an den Randbereichen im Rahmen der jeweiligen Produktgenauigkeit zueinander passen. Zur qualitativen Überprüfung und für eine Randanpassung müssen sich die Bereiche der bestehenden und der neu gemessenen Datensätze ausreichend überlappen. Differenzen in Überlappungsbereichen über die Produktgenauigkeit hinaus sind zu eliminieren.

10. Qualitätssicherungsnachweis

Die Dokumentation der Prüfungen obliegt dem jeweiligen Bundesland.

Codeliste der Erfassungs- und Fortführungsmethoden

- 5000 (Terrestrische Aufnahme)
- 5001 (Terrestrisches Laserscanning)
- 5010 (Interaktive photogramm. Datenerfassung)
- 5020 (Airborne Laserscanning)
- 5021 (Airborne Laserscanning, first+only return)
- 5022 (Airborne Laserscanning, last+only return)
- 5030 (Digitalisierung analoger Vorlagen)
- 5040 (Bildkorrelation)
- 5050 (IfSAR)
- 5060 (Amtliche Festlegung)